



機械器具危害預防

嘉南藥理科技大學 職業安全衛生系
嚴聖博
sbyen@mail.chna.edu.tw

1

機械防護 (Machine Guarding)

- 乃係針對機械設備可能發生危害的部位，設置適當的安全裝置，或在其週圍採取有效的防護措施，以減少機械傷害的發生。



手提式砂輪圓盤鋸

2

大綱

- 機械安全防護概念
- 機械安全防護之法源依據
- 機械災害防止之法令規定
- 機械事故種類及災害之動力源
- 機械災害發生之原因分析
- 機械防護原理與原則
- 機械安全防護方法
- 機械安全防護實例探討
- 機械設備安全技術發展
- 應用實例與災害案例探討

3

壹、機械安全防護概念

- 前言～由職業災害統計來看
- 機械設備之發展現況與趨勢
- 機械防護之目的
- 機械防護之優點



4

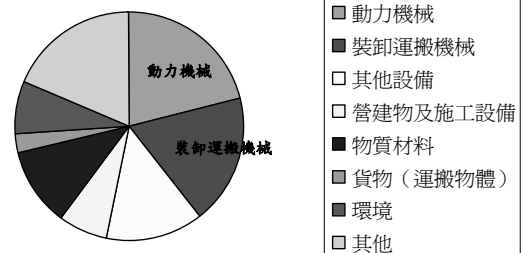
96年職災統計全產業災害媒介物分析₁

動力機械	21.22%
裝卸運搬機械	18.23%
其他設備	13.68%
營建物及施工設備	6.79%
物質材料	11.32%
貨物 (運搬物體)	2.61%
環境	7.64%
其他	18.52%

資料來源：依據行政院勞工委員會中華民國九十六年勞動檢查年報
http://www.cla.gov.tw/cgi-bin/SM_themePro?page=487ebfa8&status=audit

5

96年職災統計全產業災害媒介物分析₂



資料來源：依據行政院勞工委員會中華民國九十六年勞動檢查年報繪圖

6

96年職災統計全產業災害類型分析₁

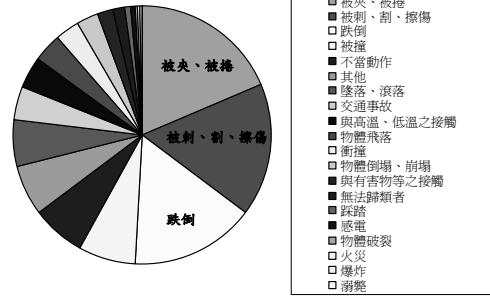
35.37%

踩踏	0.93%	跌倒	15.60%
與有害物等之接觸	1.92%	被刺、割、擦傷	16.66%
物體倒塌、崩塌	2.82%	被夾、被捲	18.71%
衝撞	2.96%	交通事故	4.13%
物體飛落	3.77%	溺斃	0.02%
與高溫、低溫之接觸	3.90%	火災	0.26%
墜落、滾落	5.80%	爆炸	0.17%
不當動作	6.59%	物體破裂	0.29%
其他	6.52%	感電	0.56%
被撞	7.50%	無法歸類者	1.42%

資料來源：依據行政院勞工委員會中華民國九十六年勞動檢查年報

7

96年職災統計全產業災害類型分析₂

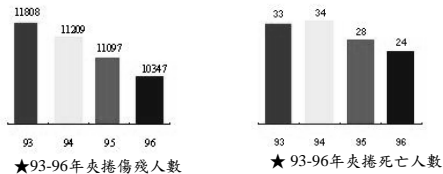


資料來源：依據行政院勞工委員會中華民國九十六年勞動檢查年報繪圖

8

93-96年夾捲傷亡統計

- 依據93~96年勞工委員會勞保局勞保給付資料顯示，共發生了119件夾捲死亡事故，平均每2個禮拜就有1位勞工朋友罹災死亡、每週有214人罹災傷殘！



資料來源：<http://www.iosh.gov.tw/Publish.aspx?cnid=4&P=1494>

9

車床捲圍巾 工人遭勒斃

- 北縣樹林市工人鍾OO，昨在操作車床機具時，不料他因天冷多加一件圍巾，結果圍巾被捲入車床傳動軸內（箭頭處）而將他勒斃，直到晚間7時許，老闆娘回到工廠見他倒臥在機器旁，叫丈夫查看才發現他已無生命跡象。



(蘋果日報 94.12.7.)

10

機器捲絲巾勒斷女工頸 血淋頭顱滾3公尺 睹慘劇同事嚇傻

- 洗衣女工張藏文因頸上的尼龍絲巾被捲入床單平燙機，頭顱被絲巾扯斷，一起工作的同事被床單遮住視線，只見張藏文頭顱滾落，當場嚇傻。



(蘋果日報 95.2.3.)

11

機器捲髮掀頭皮 女慘死 疑誤觸開關 目擊者顫抖：真的恐怖

- 台北縣林口鄉昨天發生一起工安意外，一名非法打工的越南籍女子范氏黃，昨晨在清理電腦銑床機台時，疑因誤觸開關，頭髮不慎遭瞬間高速運轉的機器捲入，導致頭皮整個被扯下，連上衣也被扯破，趴在機器上當場慘死，目擊並報案的同事顫抖地指出，看到她的頭皮掛在機器上，「真的相當恐怖，讓人不寒而慄。」



(蘋果日報 95.2.21.)

12

機械設備之發展現況與趨勢

- 機械設備普遍且大量使用
 - 遭遇危險機會增加
- 自動化程度之提高
 - 中小企業仍未高度自動化
 - 程序設定、操作監察及維護保養等
- 機械動力之提升
 - 傷害性更大
- 機構動作複雜與精密化
 - 防護是否符合人體工學或妨礙操作
 - 須投入更多注意力



13

機械防護之目的

- 防止人體與機械動作部份直接接觸
- 防止工作中被飛片擊傷、機件碰傷
- 防止機械失效時（如衝床回衝）所造成的傷害
- 防止電氣失效時（如掀鈕）所造成的傷害
- 防止操作人員操作不當之傷害
- 防止操作人員人為因素（如醉酒、過度疲勞等）所造成之過失傷害



14

機械防護之優點

- 掃除工作人員恐懼機械之心理
- 根除操作人員人為因素之過失
- 節省因災害所產生之直接損失及間接損失
- 提高生產效率與品質



15

資料來源：http://www.iosh.gov.tw/Book/other_public_Publish.aspx?P=67

直接損失 vs. 間接損失



- 直接損失的計算，由於許多國家職業災害補償係採保險制由保險公司支付，故直接損失實際上為保險公司支付之費用，這包括醫療費用及保險給付。
- 間接損失又稱為隱藏損失，一般指由雇主給付及損失之費用，包括：
 - 一、受傷勞工損失時間的費用。
 - 二、其他勞工因停止工作而損失時間的費用。
 - 三、領班、監工、或其他管理人員損失時間的費用。
 - 四、急救人員或醫院因該事故所費之時間費用，設此項費用非由保險公司負擔。
 - 五、因機器、工具、或其他財產的損失、材料的損壞等費用。
 - 六、因影響生產、未能準時交貨、獎金、逾期罰鍰的損失及其他類似原因等費用。
 - 七、依據勞工福利及利潤制度，雇主支付之費用。
 - 八、員工夜間工作，尚未復原但需支付全工資損失之費用。
 - 九、因受傷勞工導致生產力降低及機器停用的損失。
 - 十、因事故而引起勞工士氣低落或鬆弛的損失。
 - 十一、每一受傷勞工的間接成本—受傷勞工不能工作，其分擔之照明、冷氣、租金及其他費用。
- 依據美國的統計，間接損失平均而言為直接損失的四倍。



16

貳、機械安全防護之法源依據

- 一般安全衛生法規
- 機械安全相關法規
- . . .



17

一般安全衛生法規

- 勞工安全衛生法 91/6/12
- 勞工安全衛生法施行細則 98/2/26
- 勞工安全衛生設施規則 96/2/14
- 勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法 98/2/5
- 勞工安全衛生教育訓練規則 97/9/25



18

機械安全相關法規

- 鍋爐及壓力容器安全規則 96/8/13
- 壓力容器安全檢查構造標準 97/11/6
- 熔接檢查處理要點 82/4/7
- 機械器具防護標準 93/7/30
- 起重升降機具安全規則 97/5/8
- 危險性機械或設備代行檢查機構管理規則 97/12/31
- 危險性機械及設備安全檢查規則 96/8/9
- 危險性機械及設備型式檢查實施要點 88/4/16
- 危險性機械及設備檢查收費標準 96/6/11
- 既有危險性機械及設備安全檢查規則 95/1/18
- 溫水鍋爐檢查處理要點 65/12/28
- 工業用機器人危害預防標準 87/6/30
- 機械器具型式檢定實施辦法 92/12/31
-

19

勞工安全衛生法₁ (91.6.12.)

- 第五條
 - 雇主對下列事項應有符合標準之必要安全衛生設備：
 - 一、防止機械、器具、設備等引起之危害。
 - 二、.....
 - 雇主.....
 - 前二項必要之設備及措施等標準，由中央主管機關定之。
- 第六條
 - 雇主不得設置不符中央主管機關所定防護標準之機械、器具，供勞工使用。
 - 經中央主管機關定有防護標準之機械、器具，於使用前，中央主管機關得委託適當機構實施型式檢定；型式檢定實施之程序、檢定機構應具備之資格條件與管理及其他應行事項之辦法，由中央主管機關定之。

20

勞工安全衛生法施行細則 (98.2.26.)

- 第六條
 - 本法第四條第二項所稱特殊機械、設備如下：
 - 一、中央主管機關依本法第六條規定定有防護標準之機械或器具。
 - 二、中央主管機關依本法第八條第一項規定指定具有危險性之機械或設備。
 - 三、其他經中央主管機關指定之機械或設備。
- 第七條
 - 雇主設置下列機械、器具，應符合中央主管機關所定之防護標準：
 - 一、動力衝剪機械。
 - 二、手推刨床。
 - 三、木材加工用圓盤鋸。
 - 四、動力堆高機。
 - 五、研磨機、研磨輪。
 - 六、其他經中央主管機關指定之機械或器具。

21

機械器具防護標準 (93.7.30.)

- 第一章:總則
- 第二章:動力衝剪機械之防護標準
- 第三章:手推刨床之防護標準
- 第四章:木材加工用圓盤鋸之防護標準
- 第五章:動力堆高機之防護標準
- 第六章:研磨機、研磨輪之防護標準
- 第七章:標示
- 第八章:附則

22

機械器具型式檢定實施辦法 (92.12.31)

- 立法宗旨
 - 為避免機械器具引起之危害，設計者及製造者自須採取危害防制作法，透過設置安全裝置等，努力排除機械本身構造、性能上所有能預知之危險，以謀求機械本質安全化，製造者如已先事排除危險因素，提供安全無虞之機械器具，使用者當更有保障。
 - 製造安全之機械，係機械製造者對使用者應盡之責，國際上對製造責任之要求，日益明顯及嚴格，透過產品安全認證作法，以達成目的，此亦為型式檢定制之推動宗旨，攸關機械安全至鉅。

23

勞委會推動衝剪機械驗證新制 ----正式起跑上路

- 依據歷年勞工傷殘事故統計顯示，勞工遭受『被夾、被捲』致傷殘案件，多因動力衝剪機械而起；衝剪機械的種種危害，可藉由機構的安全設計、安全裝置、安全防護、控制回路及使用上的安全警告資訊來達到保護勞工安全之目的。
- 為落實衝剪機械安全管理，消弭不安全機械進入職場，勞委會與經濟部共同推動強制性的商品檢驗制度，依商品檢驗法...

24

針對動力衝剪機械

勞委會公告指定

經濟部標準檢驗局公告指定

機構單位名稱	型式檢定機構	商品驗證機構
工研院能環所 (ITRI)	✓ (98.1.1~100.12.31)	
金屬工業研究發展中心 (MIRDC)	✓ (97.10.1~100.9.30)	✓ (98.1.15~98.12.31)
精密機械研究發展中心 (PMC)	✓ (97.12.1~100.11.30)	✓ (98.2.13~98.12.31)

※註：僅工研院能環所受理動力衝剪機械外之法定機械器具型式檢定申請 25

勞工安全衛生設施規則 (96.2.14.)

- 第一章:總則
- 第二章:工作場所及通路
- 第三章:機械災害之防止
- 第四章:危險性機械、設備及器具
- 第五章:車輛機械
- 第六章:軌道機械
- 第七章:物料搬運與處置
- 第八章:爆炸、火災及腐蝕、洩漏之防止
- 第九章:墜落、飛落災害防止
- 第十章:電氣危害之防止
- 第十一章:防護具
- 第十二章:衛生
- 第十三章:附則

26

勞工安全衛生法₂ (91.6.12.)

- 第八條
 - 雇主對於經中央主管機關指定具有**危險性之機械或設備**，非經檢查機構或中央主管機關指定之代行檢查機構檢查合格，不得使用；其使用超過規定期間者，非經再檢查合格，不得繼續使用。
 - 前項具有危險性之機械或設備之檢查，得收檢查費。
 - 代行檢查機構應依本法及本法所發布之命令執行職務。
 - 檢查費收費標準及代行檢查機構之資格條件與所負責任，由中央主管機關定之。
 - 第一項所稱危險性機械或設備之種類、應具之容量與其實施檢查之程序、項目、標準及檢查合格許可有效使用期限等事項之規則，由中央主管機關定之。

27

危險性機械₁

- 勞工安全衛生法施行細則 (98.2.26.)

第十一條

本法第八條第一項所稱具有危險性之機械，係指符合中央主管機關所定一定容量以上之下列機械：

- 一、固定式起重機。
- 二、移動式起重機。
- 三、人字臂起重桿。
- 四、升降機。
- 五、營建用提升機。
- 六、吊籠。
- 七、其他經中央主管機關指定具有危險性之機械。



吊籠

28

危險性機械₂

- 危險性機械及設備安全檢查規則 (96.8.9.)

第三條

本規則適用於下列容量之危險性機械：

- 一、固定式起重機：吊升荷重在三公噸以上之固定式起重機或一公噸以上之斯達卡式起重機。
- 二、移動式起重機：吊升荷重在三公噸以上之移動式起重機。
- 三、人字臂起重桿：吊升荷重在三公噸以上之人字臂起重桿。
- 四、升降機：積載荷重在一公噸以上之升降機。
- 五、營建用提升機：導軌或升降路之高度在二十公尺以上之營建用提升機。
- 六、吊籠：載人用吊籠。

29

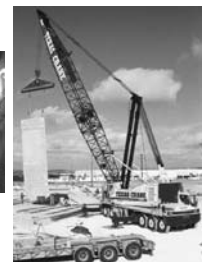
起重機



塔式



架空式



移動式

30

危險性設備₁

- 勞工安全衛生法施行細則（98.2.26.）
- 第十二條

本法第八條第一項所稱具有危險性之設備，係指符合中央主管機關所定一定容量以上之下列設備：

 - 一、鍋爐。
 - 二、壓力容器。
 - 三、高壓氣體特定設備。
 - 四、高壓氣體容器。
 - 五、其他經中央主管機關指定具有危險性之設備。



危險性設備₂

- 危險性機械及設備安全檢查規則（96.8.9.）
- 第四條

本規則適用於左列容量之危險性設備：

 - 一、鍋爐：
 - 蒸汽鍋爐
 - 熱水鍋爐
 - 熱煤鍋爐
 - 貫流式鍋爐...略
 - 二、壓力容器：
 - ...
 - 三、高壓氣體特定設備：
 - ...
 - 四、高壓氣體容器：
 - ...

【※各容量規範，請參閱法規內容】



勞工安全衛生研究所～法規資料庫 (<http://www.iosh.gov.tw>)



參、機械災害防止之法令規定

- 振動防止
- 動力遮斷裝置
- 緊急制動裝置
- 傳動帶防護裝置
- 動力傳動轉軸防護裝置
- 移動裝置之防護
- 標示
- 上鎖



圖：安全文化網 www.anquan.com.cn 35



機械災害防止₁

- 振動防止
 - 機械之安置，應不使其振動或不使其振動力超過廠房設計安全負荷能力。
 - 振動力過大的機械，應置於樓下為原則。
- 動力遮斷裝置
 - 每一具機械，應分開設置開關、離合器、移帶裝置等動力遮斷裝置。
 - 該裝置應有易於操作，且不因接觸、振動等或其他意外原因致使機械驟然開動之性能。



機械災害防止₂



■ 緊急制動裝置

- 原動機或動力轉動之機械動力傳動裝置，其具有顯著危險者，應有**明顯標誌**之緊急制動裝置，俾可立即停止其轉動。
- 此裝置應設於**適當位置**，以便災害發生之際，可立即使用，停止機械運轉。



圖片來源：<http://oldwww.iosh.gov.tw/netbook/emo/emo.htm> 37

對於使用動力運轉之機械，具有顯著危險者，應於適當位置設置有明顯標誌之緊急制動裝置。



- 塗布機已於該機械控制盤設置有明顯標誌之緊急置動裝置。

資料來源：台北市勞工局勞動檢查處
http://www.doli.taipei.gov.tw/AP_Data/Message/379000000/379520000/379520600/Message/20092/26/49a610ea:43a3/49a61182.pdf

38

機械災害防止₃

■ 傳動帶防護裝置

- 離地二公尺以內之傳動帶或附近有勞工工作或通行而有接觸危險者，應裝置適當之圍柵或護網。
- 幅寬二十公分以上，速度每分鐘五百五十公尺以上，兩軸間距三公公尺以上之架空傳動帶週邊下方，有勞工工作或通行之各段，應裝置堅固適當之圍柵或護網。
- 穿過樓層之傳動帶，於穿過之洞口應設適當之圍柵或護網。

39

捲入點



資料來源：勞委會南區勞動檢查所 (<http://www.slio.gov.tw>)

40

機械災害防止₄

■ 動力傳動轉軸防護裝置

- 離地二公尺以內之轉軸或附近有勞工工作或通行而有接觸危險者，應有適當圍柵覆蓋護網或套管。
- 勞工於通行時必須跨越轉軸者，應於跨越部分裝置適當之跨橋或掩蓋。

■ 移動裝置之防護

- 移動裝置之把柄，不得設於通道上。
- 移動裝置之把柄，其開關方向應一律向左或向右，並加標示。
- 傳動帶應有防止自行移入定輪的裝置。

41

架設之機械防護跨橋，具有堅固之構造及設置扶手。



圖片來源：台北市勞工局勞動檢查處
http://www.doli.taipei.gov.tw/AP_Data/Message/379000000/379520000/379520600/Message/20092/26/49a610ea:43a3/49a61182.pdf

42

機械災害防止₅

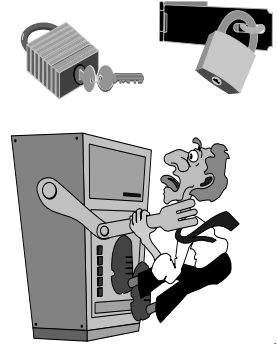
- 標示
 - 規定停止機械運轉時，為防止他人誤動操作，應設標示。
- 上鎖
 - 規定停止機械運轉時，為防止他人誤動操作，應上鎖。



43

上鎖/掛牌 (Lockout/Tagout) 的目的

- 為防止你或他人的疏忽，將暫時停用之電路系統或設備意外開動動力源，而造成可能的傷害甚至死亡。



44

掛牌定義

- 將一標籤或明顯的警告標誌緊附於設備上以表明不能對電源隔離設備及處於控制下的設備進行操作。
- 該標籤應有鎖定該裝置的人員姓名。



45

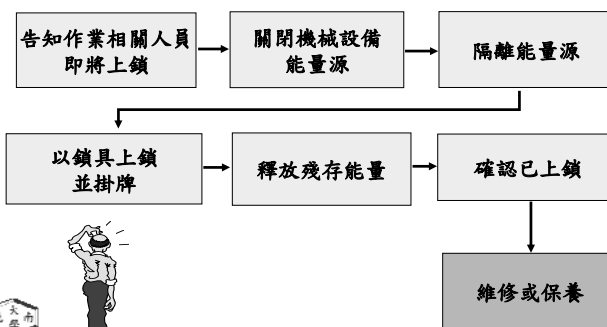
WARNING 警告

- 決不要從他人處接受鎖定設備的鑰匙。
- 唯有經授權負責運用鎖或掛牌的人員可以拿掉該鎖或掛牌。



46

上鎖掛牌程序



OSHA : Lockout/Tagout Standard (29 CFR 1910.147)

- 要求所有的動力源，均需“Lock Out”後才可以進行設備維護及維修工作。
- 根據統計：大部份有關未依準則上鎖防護和標示的意外傷害，一般常見的都屬於下面五種原因：
 - 沒有把機器或設備停下來。
 - 沒有將動力來源確實切斷。
 - 沒有把殘餘的能量排除。
 - 意外的把已關閉的設備開啟。
 - 在重新啟動之前未將工作現場確實清理。



48

肆、機械事故種類及災害之動力源

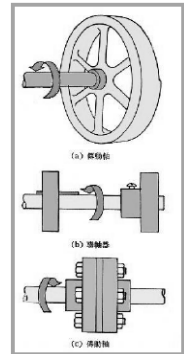
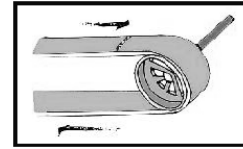
- 機械乃是一套機構，輸入動力、物料及人員之操作監視，就能對外作功或產生服務功能的設備，因此它的危險亦可由機構、動力、物料及人員任一缺陷而肇生。
- 機械係利用動力運轉產生滾、輾、切、割、衝、壓、截、彈、擊之動作和功能，並且因此種動作和功能而構成對操作勞工不同之危害。



49

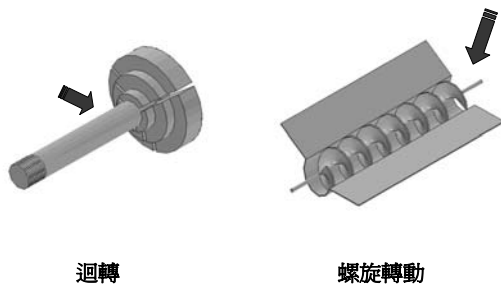
機械動作之分析

- 轉動、往復及直線動作
- 動作捲入點
- 切割動作
- 衝、截、彎等動作



50

機械動作-轉動



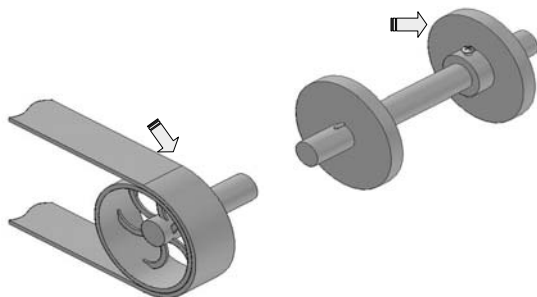
51

螺旋輸送機

--擠夾、衝撞或切割之危害



52

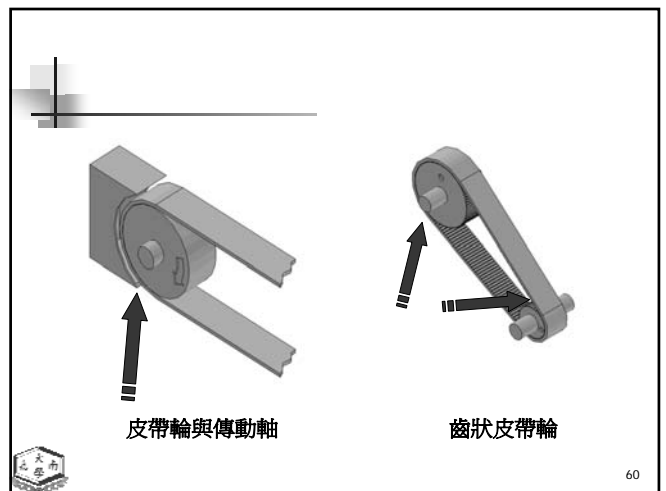
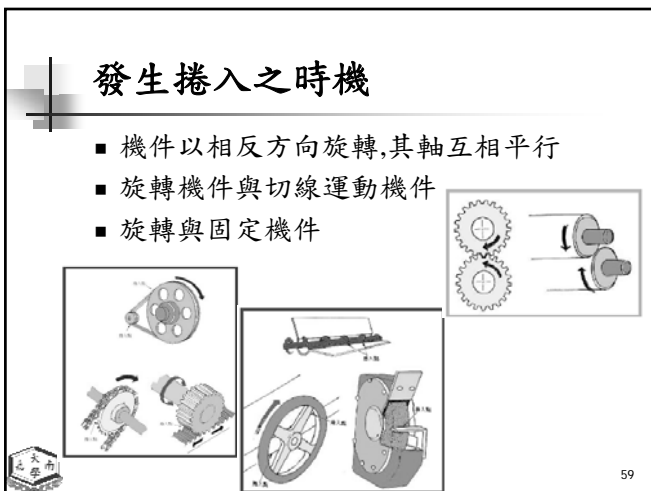
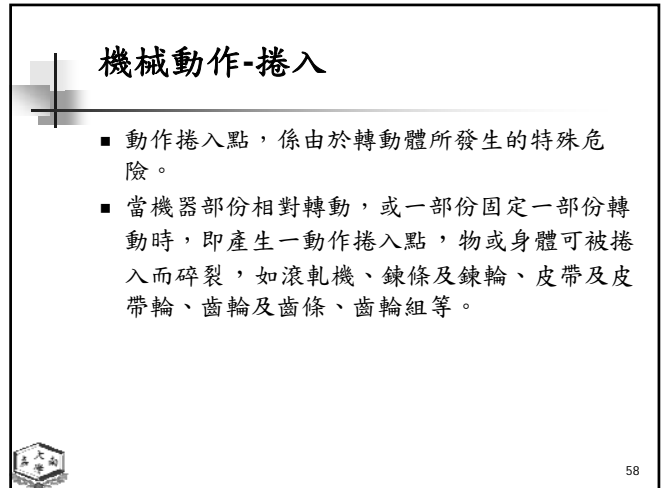
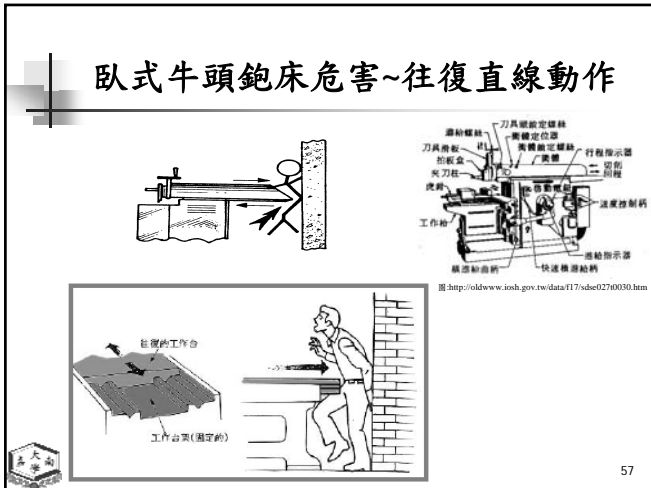
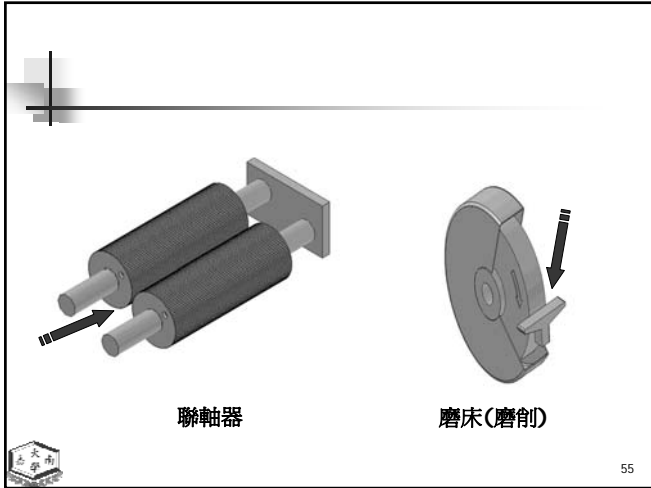


53

銑床
機械工廠：銑削平面，
階級面，齒輪，孔穴...



54



皮帶傳動和齒輪傳動的防護圖例



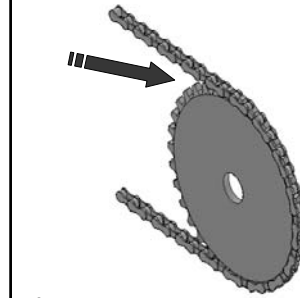
空氣壓縮機的傳動皮帶防護



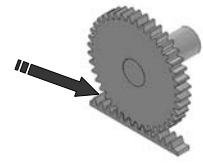
立式鋸床迴轉式鋸條防護



61



齒輪與鏈條



齒輪與齒條



62

最容易發生夾捲的作業時機

- 進、卸加工物料時。
- 撿拾機台傾倒東西時。
- 排除故障、異物時。
- 更換機油或零件時。
- 檢查、保養、維修機件時。



【資料來源】<http://www.iosh.gov.tw/Publish.aspx?cnid=4&P=1493>

63

最容易發生夾捲的機件

- 滾輪、帶輪、鏈條等動力傳達元件。
- 夾捲作業點及機件捲入點。
- 動力機械、滾筒機、傳動輪（軸）等。
- 裝卸搬運機械等。



【資料來源】<http://www.iosh.gov.tw/Publish.aspx?cnid=4&P=1493>

64

最容易發生夾捲的穿著

- 頭髮未梳理整齊、綁好。
- 穿著寬鬆衣褲、連帽上衣。
- 穿戴披覆領帶、圍巾、絲巾。
- 外套拉鍊未拉上。



【資料來源】<http://www.iosh.gov.tw/Publish.aspx?cnid=4&P=1493>

65

安全作業小叮嚀

勞工預防夾捲注意事項

- 不操作不熟悉機械
- 作業時與機械保持安全距離
- 注意衣服飾物及頭髮，避免捲入機械
- 維修保養務必確實做好斷電和使機械停止運轉
- 機械運轉時應避免進入危險區域

安全作業小叮嚀

雇主預防夾捲注意事項

- 捲入點應裝置安全護罩及連鎖裝置
- 作業點應裝置安全護罩
- 使用便於檢查、潤滑、維護之機械
- 加強安全衛生教育訓練
- 注意操作員服飾和長髮避免捲入轉動機械
- 維修保養時，確實做好停機斷電管理



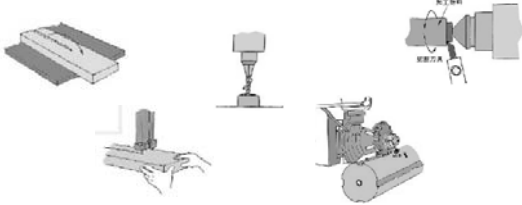
【資料來源】<http://www.iosh.gov.tw/Publish.aspx?cnid=4&P=1493>

66

機械動作-切割



- 切割動作，係由於機器的直線及轉動等動作去掉物料所產生，此項動作的危害多在切割木材、金屬或其他材料時的「工作點」而發生。



67

刨床(刨削)

立式鋸床(鋸切)



68

圓盤鋸床(鋸削)

鑽床(鑽削)



69

銑床(銑削)

車床(車削)



70

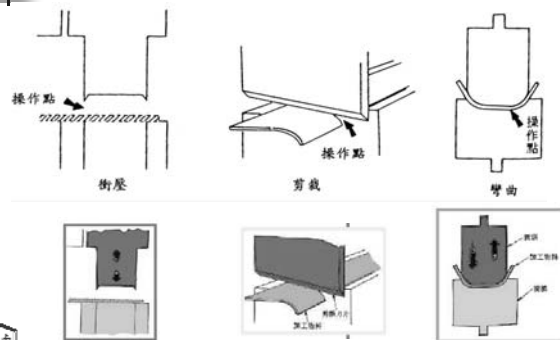
機械動作-衝、截、彎

- 此項動作係由於動力操作的撞錘、柱棒，或刀片而形成，其危險在當物料進入、進行或退出「工作點」時發生。

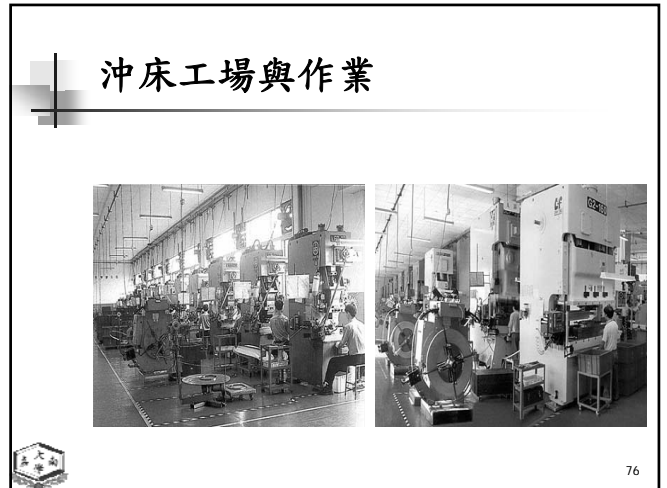
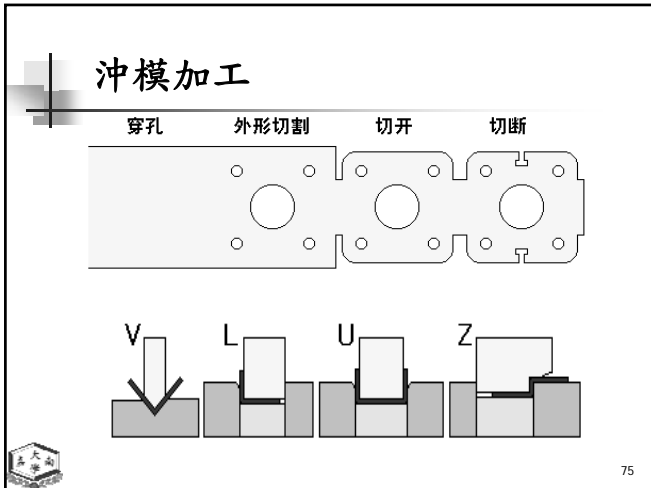
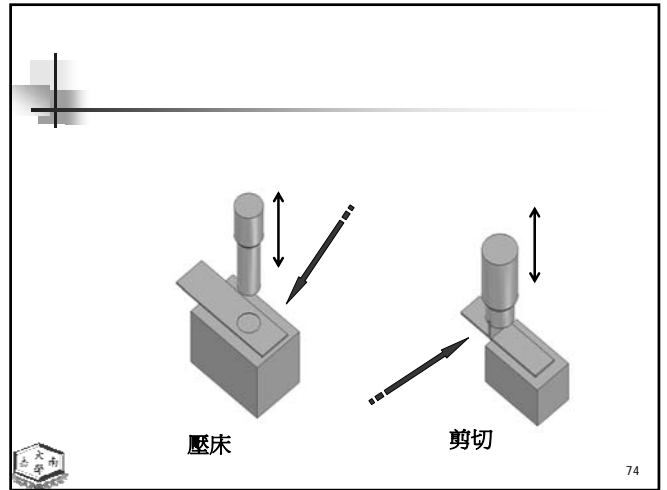
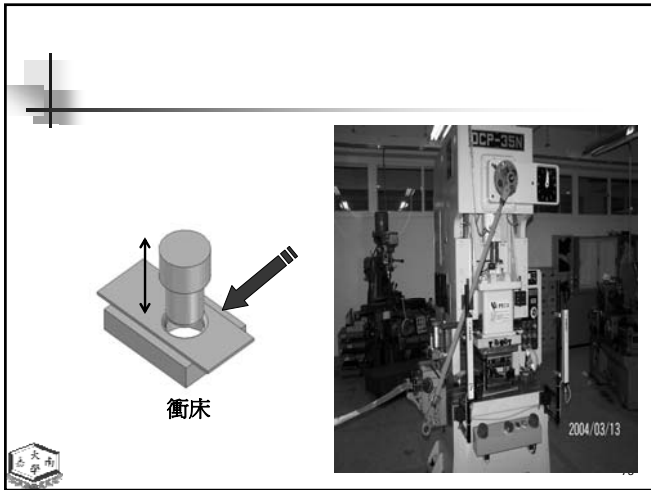


71

衝、截、彎

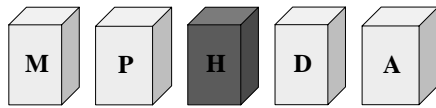


72



- ### 伍、機械災害發生之原因分析
- 直接原因
 - 遭機械之運動能量接觸而不能完全予以吸收所致。
 - 間接原因
 - 不安全動作
 - 不安全狀況
 - 基本原因

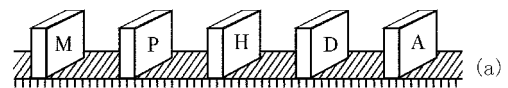
韓氏(Heinrich)於損失控制模式中提出 骨牌理論₁



- M— 遺傳與社會環境
- P— 個人的缺點
- H— 不安全的行為和/或機械或物質的危害
- D— 意外事故
- A— 受到傷害

79

韓氏(Heinrich)於損失控制模式中提出 骨牌理論₂



80

間接原因₁

- 不安全動作：
 - 操作人員未使用鉗、鉤、鉞、磁鐵、起重器和沖具等工具而用手直接進料。
 - 物料墜落觸及開關或操作人員誤觸開關。
 - 未經許可擅自操作或修理。
 - 當修理或調整時，未將開關加鎖或掛危險標示。
 - 操作人員不使用安全防護設施。
 - 操作人員疏忽機械上無防護設施。
 - 操作人員未（或不）使用個人安全防護具。
 - 操作機械之方法不當或工作姿勢錯誤。
 - 於工作中與其他同事開玩笑。
 - 酗酒或吸食麻醉劑…等。

81

間接原因₂

- 不安全狀況：
 - 機械設計不良及不安全
 - 機械保養或調整不當
 - 機械工作中發生故障
 - 工作地點採光照度不良
 - 工作地點不整潔
 - 機械發生意外之重複動作
 - 工作場所太擁擠或機械間之空隙不足
 - 工作環境高度噪音
 - 機械防護不當或警報系統不當或失效

82

基本原因

- 安全衛生政策欠缺或不當
- 未訂定書面且完整之安全衛生工作守則
- 未確實實施安全衛生自動檢查與保養
- 工作場所之環境整理不良
- 未實施工作安全分析與觀察
- 對所僱勞工未作適當之安全衛生訓練
- 主管及領班之監督不週
- 僱用勞工未作適當選擇
- 未確定勞工之責任及意見溝通
- 勞工之行為、經驗、體格、心理、激發及態度等因素

83

陸、機械防護原理與原則

- 結合原理
- 關閉原理
- 一般性原理
- 全體性原理
- 經濟性原理
- 保證原理
- 機械化原理
- 複合原理
- 輕減原理
- 非依存性原理

84

機械防護原理說明₁

- 結合原理：
 - 將機械之起動裝置與安全裝置強制結合，安全裝置發生效用後，機械始可動作。
- 關閉原理：
 - 機械的危險區域及危險時間中，應予閉鎖，使其他人員或非本部份人員不得進入。
- 一般性原理：
 - 設定之安全裝置使非有關人員不得進入，有關作業人員必須有特別防護措施，才可進入。
- 全體性原理：
 - 一次安裝安全裝置後，不得引起其他相關危害。



85

機械防護原理說明₂

- 經濟性原理：
 - 安全裝置不得阻礙工作或增加工時。
- 保證原理：
 - 安全裝置應可信賴，並能在機械有效壽命內維持效能。
- 機械化原理：
 - 人工操作較易發生災害之作業，應改用機械化或自動化。



86

機械防護原理說明₃

- 複合原理：
 - 機械安全並非單獨考慮操作一方面，在搬運、組合、拆卸、保養、修護期間亦應對安全考慮。
- 輕減原理：
 - 機械作業者在勞動衛生上應予考慮，不得因採取安全措施使勞動量超過生理正常負荷。
- 非依存性原理：
 - 作業過程中之安全措施操作及控制，不應依存於作業人員之注意力及不懈精神。



87

機械設備安全防護原則



- 消除危險
- 遠離危險
- 隔離危險
- 失效安全
- 危險預警
- 避開危險
- 避免受傷
- 降低受傷程度

※前7項是在危險發生之前所採取的措施，以達到安全防護的目的。

※第8項是傷害已經發生，為降低傷害的影響程度所採取的措施，已非安全防護的範圍了。



88

機械設備安全防護原則說明₁

- 消除危險：
 - 消除危險是指利用設計及製造的方法，將造成危險的各項因子予以消除，以達到安全防護的目的，也就是**本質安全**的機器。當機器本身已不存在危險因子時，自然不會造成危險。
 - 然而如前所述，此種本質安全的機器所能做的功極為有限，因此僅適用於極少數的特殊場合。



89

機械設備安全防護原則說明₂

- 遠離危險：
 - 將危險能量與接受者之間，以**空間距離的形式隔絕**，使得危險能量無法傳遞到接受者，而達到安全防護的目的。
 - 最常見的做法是加工作業的自動進退料，使用夾具、治具或手工具（但需注意此法可能造成危險能量的傳遞及其型式的改變，造成二次傷害。）。此時接受者（如操作人員）與能量釋放點（機械的加工夾切點）之間，以實際的空間區隔，危險能量無法傳遞到接受者，因此接受者處於安全的狀態下。



90

機械設備安全防護原則說明₃

■ 隔離危險：

- 指將危險能量限制在一個範圍之內，而接受者無法在危險區域內具有危險能量時進入此範圍內。
- 一般的做法是以物理性障礙物限制能量的範圍與阻隔接受者進入此範圍內。此物理性障礙物可以是**固定式**的（如固定式護圍），**移動式**的（如移動式護圍，當危險能量存在時，護圍限制能量逸散出及接受者進入此範圍內），**互鎖式**的（如連鎖式護圍，當護圍的狀態不足以達到安全防護的目的時，危險的能量自動停止）。不論是何種型式或形狀的物理性障礙物，都必須具備將危險能量路徑阻隔，不致危害接受者的功能。



91

隔離方式

- 隔離防護有兩種方式，一種為空間的分離，另一種則為時間的分離，分別說明如下：

■ 1. 空間的分離

空間的分離以隔離為原則，是以設置柵欄的安全防護，將所有危險全部作隔離，但在必要位置設置最小限度之開口。

■ 2. 時間的分離

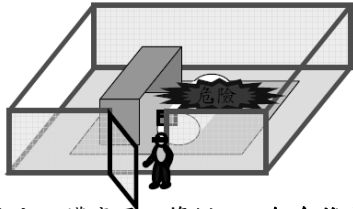
時間的分離以停止為原則，是以設置安全互鎖開關的安全防護，僅在防護區關閉的期間才可啟動機器，防護區開啟時則機器必須是停止狀態。



參考來源：PMC技術通報 第161期

92

圖例



- 上圖所示為安全防護應用之範例，一般會將**空間的分離與時間的分離**兩種方式搭配使用，亦即使用柵欄或圍籬將危險區域隔離，然後將可能因為需要上下料件或維修、保養、調整而必須進入危險區域之處設置安全門，安全門的開啟則透過**電磁式安全互鎖開關**加以控制，當危險源存在時，透過信號傳送至電磁式安全互鎖開關將安全門鎖住，反之，當危險源消失時，安全門可開啟。

參考來源：PMC技術通報 第161期

93

機械設備安全防護原則說明₄

■ 失效安全：

- 指機器或其零組件發生故障或失效時，**也不會造成接受者的危險**。
- 其作法是將機器在正常狀態時置於高能量狀態下，再利用設計的手段，使得機器發生故障時處於低能量狀態，甚至無能量的狀態，也就不會造成接受者的傷害。正向設計是常見的失效安全設計，而壓縮彈簧設計是啟動拉桿常用的失效安全元件。安全電路設計則在失效安全設計中扮演關鍵性的角色。



94

機械設備安全防護原則說明₅

■ 危險預警：

- 當接受者進入危險區域之內時，即利用**視覺、聽覺或是其他型式的警報系統**，警告接受者已處於危險的狀態之下，進而採取必要的防護措施。
- 危險預警裝置有光電感應式、近接感應式、壓力感應式、物理性障礙式等多種型式。然而單獨的危險預警裝置配合警報系統，不足以達到安全防護的目的。因此需要將危險預警裝置與其他的**安全防護措施**連結。如將光電感應式裝置與緊急停機迴路連結，當光電感應裝置啟動之後，機器的電源即被切斷，機器也立即停止，以防止接受者的傷害。使用危險預警裝置做為安全防護措施的機器，必須能夠隨時停止，且危險預警裝置必須和其他的工程性安全防護措施連結使用。



95

機械設備安全防護原則說明₆

■ 避開危險：

- 指接受者在機器的危險行程時，處於危險區域之外；而在機器的非危險行程中，進入危險區域內。也就是說接受者在危險的操作區域內進出，而隨時處於危險的邊緣，因此**避開危險不能算是最適當的安全防護裝置**。
- 就機械安全的觀點而言，機器一定會故障，人員操作一定會發生錯誤，因此不能單獨的依靠人或機器來避開危險，必須使用其他的**安全防護裝置**，如拉開式、掃除式、限制式等，以補足人員或機器的不足，進而達到安全防護的目的。其做法是依據機器危險行程的動作，將接受者強制排除。在危險區域之外，而當機器於非危險行程時，自由進入危險區域內。因此當機器發生故障或是人員發生錯誤，而機器處於危險行程時，接受者會自然的被限制在危險區域之外，而不會發生危險。其他行政措施如安全操作程序等，不可視為安全防護裝置，也不可做為安全防護的唯一手段。避開危險的裝置不適用於連續或快速行程的機器和作業。



96

機械設備安全防護原則說明₇

- 避免受傷：
 - 指接受者配置各種**安全防護器具**，當危險能量傳遞到接受者時，由防護器具將全部或大部份的能量吸收，而接受者所接受到的危險能量也就相對的降低。
 - 至於是否能夠達到完全的安全防護，就需視防護器具的強度、適用性、穿戴方式等多種因素決定。此種安全防護方式，危險能量已傳遞到接受者，因此不能算是良好的安全防護措施，**也不能做為安全防護的優先選擇方式**。



97

機械設備安全防護原則說明₈

- 降低受傷的程度：
 - 降低傷害的影響不是安全防護措施。基本上此階段是人員已經受傷，應採取**急救或緊急應變措施**，**避免人員受傷程度增加或造成二次傷害**。
 - 因此在工作場所內應備有急救藥品與器材，並配置合格的急救人員，規劃並演練緊急應變計劃，對外則必須聯合緊急通報、救護、支援等機構，以適切的處置緊急狀況，將受傷的程度降至最低。



98

柒、機械安全防護方法

- 機械安全防護基本要求
- 良好機械防護之條件
- 其他必要措施



圖：安全文化網 www.anquan.com.cn

99

機械安全防護基本要求

- 安全防護應為該台機械能否使用的必要條件
- 安全裝置不得使其無效，亦不得無效使用
- 安全裝置失效時，該機器應立即停用，加以斷電、上鎖、標示
- 機械的設置安裝，應考慮重量負荷、振動負荷
- 所有傳動機具之動作部分均應納入保護範圍，不得暴露
- 機械動力遮斷裝置應確實發揮動力遮斷之功能
- 防護物、防護裝置都應配合人體工學及勞工作業活動空間
- 加工物、工具等的斷裂，亦應列入防護範圍之考慮



100

良好機械防護之條件

- 符合勞工安全衛生法令及國家標準規定
- 應為機器上之一項永久設備裝置
- 能提供最大（佳）之防護功能
- 不因而減弱機器本體之強度
- 不致妨礙生產或造成不便
- 便利檢查、調整、修護及潤滑
- 不易著火、腐蝕且堅固耐用
- 本身不造成新的傷害之危險



101

其他必要措施

- 機械設備之安全衛生設施，除上述應有之安全防護裝置外，雇主並應視工作環境和需要分別採取不同之措施、
 - 指定作業管理人員
 - 實施定期檢查
 - 實施作業前檢點
 - 規定操作方法
 - 告知危害並預為防止



102

捌、機械安全防護實例探討₁

- 全部及簡單固定護罩：
 - 圍屏或圍罩只容許物料進入，但手不能進入危險區，其進料口的大小，距離位置有其相互關係。
- 警告或圍罩：
 - 圍屏或圍罩可容員工手進入，但未達危險區前已警告有危險。
- 電動或機械式的圍屏：
 - 當操作工人身體部分觸及圍屏或接近它時，圍屏能快速停止機械或防止受傷壓力的作用。

103

捌、機械安全防護實例探討₂

- 拉開手位置：
 - 一種鋼繩操作之衝頭上裝置，連至操作者上之手臂，當手在危險位置時將其拉開。
- 用電力或機械連鎖裝置之圍護：
 - 當圍護裝置在打開位置時，圍罩及圍屏即切斷電力，並防止機械開動；當機械在轉動時，防止圍護打開。
- 非人工或部分人工進料裝置，而工作點經圍住者：
 - 圍護可保護人體伸入危險區，如各種管槽式、漏斗式、輸送帶式、轉盤式、捲入式之進料裝置。
- 推手裝置護圍：
 - 一種裝在壓件上的甩手圍護，可將手推離危險區^{J04}



捌、機械安全防護實例探討₃

- 電動的位置：
 - 藉雙手壓按串聯開關，以操作機械。
- 機械的裝置：
 - 同時以雙手壓操縱氣門，機械臂桿，連動腳踏操縱或移去插梢，墊塊或阻止梢等，可使機械正常操作。
- 限制推塞行程：
 - 限制推塞行程，使手指不能進入危險點。

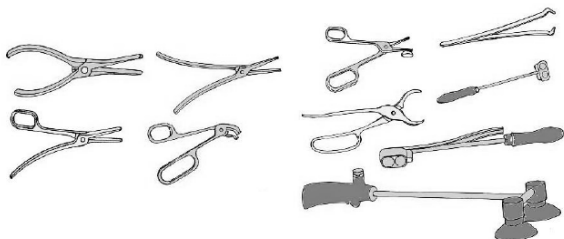
105

捌、機械安全防護實例探討₄

- 電眼：
 - 手在危險區域時，電眼的光線可快速停止機器或防止發動。
- 壓模上之特種工具或手柄：
 - 藉長柄鉗、真空吸起器、或壓模扶手，均可防止操作者之手伸入危險區。
- 特種夾具或進料裝置：
 - 用金屬或木質的手餵料設備，可使操作者之雙手遠離危險點得動作安全。



輔助手工具



圖：http://www.cla.gov.tw/itri/file/learn01.pdf

107

玖、機械設備安全技術發展

機率論

- 失誤樹 (FTA) 及事件樹分析 (ETA)
- 高可靠度法— (Back-up system)
- 失誤模式及效應分析 (FMEA)

安全確認論

- 『機械設備一定會故障』
- 『人的操作一定會產生錯誤』
- 百分之百的安全

參考來源：勞工安全衛生簡訊第29期

108

安全確認論

- 歐體機械安全認證制度(CE標誌)安全理念。
- 原因
 - 「機械設備一定會故障」
 - 「人的操作一定會產生錯誤」
- 機械設備在安全被確證證明的狀態下，才進行作業。
- 非機率統計的「安全率」，而是以技術判定基準所「創造」出來的安全。



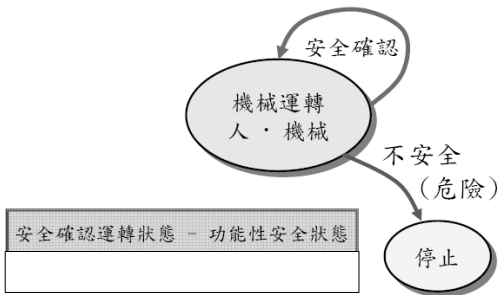
109

傳統安全設計



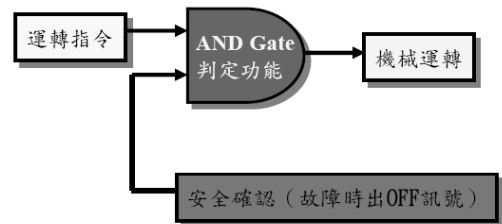
110

安全確認設計



111

安全確認應用AND Gate基本架構



參考來源：勞工安全衛生研究季刊 第六卷第一期



112

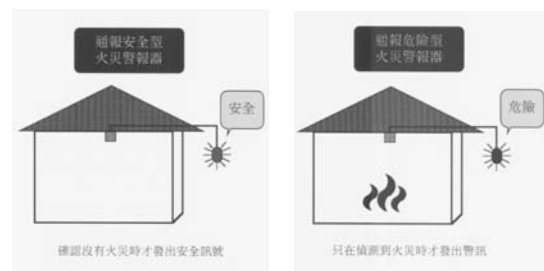
安全確認與危險檢出 --對安全與危險的認知比較

- 安全確認
 - ✦ 以確認安全的方式，只允許在安全被確實證明的狀態下進行作業。
 - ✦ 以技術定出判定基準，構造來創造安全。
- 危險檢出
 - ✦ 只是掌握部分的危險，但將不知是危險或未注意到的危險通通當作是安全的狀態。
 - ✦ 亦即「不是已知的危險便是安全的」。



113

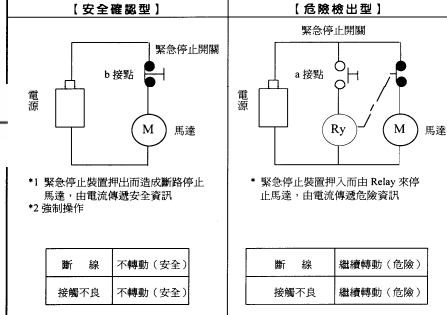
安全確認與危險檢出比較₁



114

安全確認與危險檢出比較₂

緊急停止裝置之配線原理圖 (運轉時之迴路)



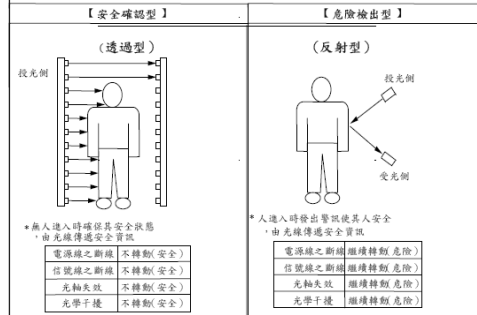
- *1 緊急停止裝置押入而造成斷路停止馬達，由電流傳遞安全資訊
- *2 強制操作

- * 緊急停止裝置押入而由Relay來停止馬達，由電流傳遞危險資訊

參考來源：勞工安全衛生研究季刊 第六卷第一期 115

安全確認與危險檢出比較₃

光線式安全裝置之原理圖



- * 無人進入時確保其安全狀態，由光線傳遞安全資訊

- * 人進入時發出警訊使其人安全，由光線傳遞安全資訊

參考來源：勞工安全衛生研究季刊 第六卷第一期 116

機械設備安全發展趨勢

- 觀念：不會受傷⇒故障維修⇒環境保護⇒創造利潤
- 演進：嘗試錯誤⇒危險檢出⇒安全確認⇒安全保障
- 範圍：零組件⇒單一機械系統⇒系統間整合性
- 作法：緊急搶修⇒危害預防⇒危害預知⇒安全確認
- 手段：技術⇒技術+管理⇒技術+管理+制度

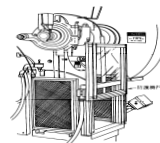
117



安全資料表資料庫

各種作業安全注意事項，係參考各種國內外資料編製而成，提供各安全衛生領域人員參考，共計一百餘種。

應用實例與災害案例探討



120